

UNIVERSIDAD DE PANAMA
VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO
PROGRAMA CENTROAMERICANO DE MAESTRIA EN
ENTOMOLOGIA

ANALISIS DE ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE SCOLYTINAE
(COLEOPTERA CURCULIONIDAE) EN LA ZONA DEL CANAL
DE PANAMA

CARLOS ALBERTO SALGADO LIZARDO

TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA
OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON
ESPECIALIZACIÓN EN ENTOMOLOGIA AGRICOLA

PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA

2008

**ANALISIS DE ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE SCOLYTINAE
(COLEOPTERA CURCULIONIDAE) EN LA ZONA DEL CANAL DE PANAMÁ**




TESIS

**Sometida para optar por el título de Maestro en Ciencias con especialización en
Entomología Agrícola**

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

**Permiso para su publicación y reproducción total o parcial, debe ser obtenido en la
Vicerrectoría de Investigación y Postgrado**

APROBADO

	Asesor
	Jurado
	Jurado

DEDICATORIA

A MI FAMILIA

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no pudo haberse realizado sin la ayuda desinteresada de cada una de las personas involucradas en este proyecto. El MIDA por intermedio de la Ing. Fanny Saavedra colaboró enormemente en la parte de campo con su personal, donde el Ing. Ricardo Canto y el Ing. Ciro Zurita prestaron una gran colaboración. El USDA APHIS por intermedio de la Dra. Amy Roda que brindó apoyo incondicional proveyendo materiales y especialmente el contacto con el Dr. Robert Rabaglia (USDA FS) al que igualmente se le agradece por tomar de su valioso tiempo para realizar algunas confirmaciones de mis identificaciones. Al Programa Centroamericano de Maestría en Entomología por intermedio del Dr. Cheslavo que aparte de la invaluable asesoría brindada, prestó el apoyo de Cesar de León para realizar parte del trabajo de laboratorio.

Un agradecimiento muy especial al DAAD especialmente por haber creado las oportunidades para mi desarrollo personal y profesional, sin dejar a un lado el apoyo monetario a este proyecto. También a la Universidad de Panamá, que por intermedio de la Vicerrectoría de Investigación y Posgrado me proporcionaron una beca de estudios, sin la cual hubiera podido culminar satisfactoriamente mis metas.

A los profesores del Programa Centroamericano de Maestría en Entomología, Dra. Yolanda Aguila, quien me brindó toda su colaboración en mis primeros pasos en Panamá, al Dr. Héctor Barrios por sus valiosos consejos, más que todo motivadores, y a los profesores Iván Luna y Enrique Medianero por su invaluable asesoría como jurados de este proyecto.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE CUADROS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE ANEXOS	IX
RESUMEN	1
SUMMARY	2
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	6
2 1 Estatus de los Scolytinae	6
2 2 Importancia economica de los Scolytinae	7
2 3 Programa de vigilancia fitosanitaria en Panamá	8
2 4 Scolytinae en Panamá	9
2 5 Ecología de Scolytinae	10
2 6 Comportamiento de atracción por semioquímicos	11
2 7 Antecedentes del comportamiento de atraccion por semioquímicos	12
2 8 Diversidad alfa (α)	13

MATERIALES Y MÉTODOS	15
3 1 Análisis faunístico	19
3 2 Estacionalidad de Scolytinae	19
3 2 1 Hipótesis estadística	19
3 2 2 Método estadístico	20
3 3 Análisis cuantitativo de los datos	20
3 4 Análisis de abundancia	21
3 4 1 Hipótesis estadística	21
3 4 2 Método estadístico	21
3 5 Análisis de la diversidad α	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4 1 Análisis faunístico de los Scolytinae	23
4 2 Estacionalidad de Scolytinae	26
4 3 Análisis cuantitativo	28
4 4 Análisis de abundancia	31
4 4 1 Ciudades	31
4 4 2 Semioquímicos	31
4 4 3 Interacción ciudad por localidad	32
4 4 4 Localidad	34
4 5 Análisis de diversidad	35
CONCLUSIONES	38

RECOMENDACIONES	39
LITERATURA CITADA	40
ANEXOS	45

INDICE DE CUADROS

CUADRO I	Ubicación de las trampas Lindgren® en las ciudades de Colon y Panama expresada en unidades UTM (zona 17)	16
CUADRO II	Generos capturados con trampas tipo Lindgren® del 9 de noviembre de 2006 al 25 de octubre de 2007 en las ciudades de Colón y Panamá con su respectiva ubicación taxonómica dentro de la subtribu	24
CUADRO III	Comparacion del total de especimenes colectados con totales de identificacion a nivel de genero y especie	28
CUADRO IV	Valores para los indices de Shannon [$H' (\log_{10})$] y Simpson (1/D) para los diferentes niveles de análisis de las capturas de Scolytinae realizadas en el canal de panamá de noviembre 2006 a octubre 2007	36

INDICE DE FIGURAS

- Fig 1** Medias mensuales de la variable dependiente transformada con su respectivo error estandar (EE) del 9 de noviembre de 2006 al 25 de octubre de 2007
Barras con letras minúsculas iguales determinan diferencias no significativas ($\alpha=0.05$) entre las medias de los meses muestreados 27
- Fig 2** Abundancia total de especímenes capturados del 9 de noviembre de 2006 al 25 de octubre de 2007 en las ciudades de Colón y Panamá, comparando los grupos dominantes con el resto de los Scolytinae. Las áreas sombreadas denotan cambios importantes en la dominancia de *Hypothenemus* respecto a los Xyleborina 28
- Fig 3** Medias de la variable dependiente transformada para las dos ciudades estudiadas en las capturas de Scolytinae con su respectivo error estándar (EE). Barras con letras minúsculas iguales determinan diferencias no significativas ($\alpha=0.05$) entre las medias de las ciudades 33
- Fig 4** Medias de la variable dependiente transformada para los tres semioquímicos utilizados en las capturas de las ciudades de Colón y Panamá con su respectivo error estandar (EE). Letras minúsculas iguales determinan diferencias no significativas ($\alpha=0.05$) entre las medias de los semioquímicos 33

Fig 5 Medias de la variable dependiente transformada para las capturas de Scolytinae en las ciudades de Colón y Panamá en sus respectivas localidades con su respectivo error estándar (EE) Letras minúsculas iguales determinan diferencias no significativas ($\alpha=0.05$) entre las medias de los tratamientos **34**

INDICE DE ANEXOS

- ANEXO I** Lista de especies de Scolytinae ordenadas por tribus de mayor a menor numero de morfoespecies indicando la cantidad de especímenes capturados para cada tribu (porcentaje entre paréntesis) y cada una de las especies **45**
- ANEXO II** Lista de especies con su frecuencia de captura por cada una de las áreas de muestreo Totales de captura de scolytinae por cada una de las áreas de muestreo y porcentaje de captura de *Hypothenemus* spp *Xyleborinus saxesenii* *Xyleborus ferrugineus* y *Xyleborus* sp 1 **48**

RESUMEN

Los Scolytinae causan pérdidas en bosques pero mantienen el balance de nutrientes en ecosistemas naturales. El comercio contribuye a la distribución y establecimiento de los Scolytinae. El tránsito de barcos por el Canal de Panamá representa un punto de entrada y dispersión de plagas. Para realizar inventarios de la fauna y establecer programas de detección de especies clave de Scolytinae se planteó este estudio faunístico cuantitativo de abundancia y diversidad de sus poblaciones. Se instalaron 36 trampas tipo Lindgren® en Colón y Panamá. Se utilizaron tres tipos de semioquímicos: etanol, α pineno y feromona de *Ips typografus*. Se revisaron cada dos semanas determinando si la abundancia/trampa/muestreo de Scolytinae responde al semioquímico, al igual que a las localidades y ciudades. El análisis cuantitativo se basó en la abundancia desde el nivel de subfamilia. La variable fue analizada por medio de ANDEVA en parcelas divididas para tres factores. Se determinaron índices de diversidad de Shannon y Simpson para todos los niveles e interacciones. Se colectaron 6 460 especímenes comprendiendo 77 morfoespecies. La abundancia de Scolytinae presentó su punto más bajo en febrero y marzo y su pico de julio a noviembre. Estas variaciones en abundancia se pudieron deber a la precipitación, la cual se relaciona con los periodos de lluvia y sequía. *Ambrosiodmus devexus*, *A. obliquus*, *Xylosandrus compactus*, *Xyleborinus saxesenii*, *Coccotripes advena* y *Scolytopsis puncticollis* fueron nuevos reportes para Panamá. El género más abundante fue *Hypothenemus* influenciando la dominancia. Las ciudades, interacción ciudad por localidad y semioquímicos resultaron significativas. Panamá obtuvo mayor abundancia que Colón. Etanol resultó más efectivo para Scolytinae. De los puertos Panamá obtuvo mayores capturas mientras que en Colón fueron menores. La diversidad en Panamá fue mayor que en Colón pero las localidades resultaron más diversas en puertos que recintos. Combinando ciudades con localidades se observó mayor diversidad en Panamá que en Colón. La feromona obtuvo mayor diversidad a cualquier nivel estudiado. *Hypothenemus* tuvo importante influencia en la diversidad pero su efecto se diluye cuando se analizaron los factores independientemente.

SUMMARY

The Scolytinae are the main cause of losses in the forests but in natural ecosystems they maintaining the nutrient balance. The commerce has great importance in distribution and establishment of Scolytinae. International transit through Panama Canal was increased represented an entry point and dispersion of pests. The monitoring programs on this insects are shown be successful because the Scolytinae uses semiochemicals to coordinate activities. Interest to determine phytosanitary risks realise faunistic inventories and establishment of programs to early detection of Scolytinae key species so were considered this study in abundance and diversity. Thirty six Lindgren® type traps were settled in Colon and Panama cities. Three types of semiochemicals were used ethanol α pinene and *Ips typografus* pheromone. Harvesting traps was realized every two weeks. So we determined if the abundance/trap/sampling of Scolytinae responds to semiochemical. Qualitative analysis was conducted on basis of total abundance concerning to subfamily subtribe genera and morphospecies. The variable was analyzed with ANOVA in split split plot for three factors. Also diversity indices of Shannon and Simpson for all levels and interactions were determined. A total of 6 460 specimens were collected including 77 morphospecies. *Hypothenemus* was the most abundant genera. Cities interaction city/locality and semiochemicals had significant differences. The abundance of specimens was higher in Panama than Colon city. Ethanol was more efficient attractant of Scolytinae. In regards to traps placed in ports those in Panama catch more specimens whereas those in Colon were minor. Diversity in Panama was bigger than Colon whereas in localities populations were more diverse in ports than in enclosures. Relation cities/localities have major diversity in Panama than Colon. Greater diversity was obtained with pheromone at all studied level. Diversity on traps was affected by *Hypothenemus* but this effect was reduced when factors were analyzed independently. In basis of results we inferred than differences between Colon and Panama are not only in abundance but also in morphospecies.

INTRODUCCIÓN

El incremento en la población humana y por ende de sus necesidades han puesto una gran presión sobre los recursos forestales lo que ha despertado gran interés por protegerlos y preservarlos (Wood S 1982) Wood S (1982) resume varias investigaciones anteriores donde el principal causante de pérdidas en los bosques son los insectos y que de estas más del 60% podría adjudicárselas a los Scolytinae La importancia económica de estos es muy bien conocida, pero las pérdidas monetarias causadas por los Scolytinae son difíciles de calcular principalmente porque no se han llevado registros de especies de árboles presentes prácticas silviculturales utilizadas clima, topografía, cobertura boscosa, entre otros (Grégoire y Evans 2007)

Dentro de un ecosistema natural estable los Scolytinae son de suma importancia para mantener el balance de nutrientes Esto se debe a que ellos son generalmente los primeros en llegar al material dehescente o recientemente muerto Estos insectos son los que inician el proceso de reciclaje no sólo por el hecho de consumir tejido vegetal sino también porque inoculan microorganismos que ayudan a la descomposición de este después que se han retirado (Coulson y Witter 1990 Wood S 1982)

Muchas de las especies que extienden su rango geográfico más exitosamente a través del comercio son aquellas que poseen arrenotoquia (haplodiploidia) facultativa

(Wood S 1982) También debe de tomarse en cuenta el tamaño del área a colonizar y la cantidad de propágulo que llega a la nueva area (Jordal *et al* 2001)

Muchos de los Scolytinae prefieren un grupo limitado de hospederos o solamente uno de estos generalmente afectan un órgano o estructura, pero sólo unos pocos son muy agresivos atacando tejido vivo sano (Haack 2006 Wood S 1982) Debido a lo anterior y al hecho de que las fuentes de alimento pueden ser escasas en el espacio y tiempo los Scolytinae utilizan un complejo sistema químico de comunicación basado en semioquímicos (feromonas kairomonas y alomonas) para la detección de sus hospederos potenciales y la sincronización de los ataques (Wood D 1982)

El comercio humano ha tenido una gran importancia en la distribución y establecimiento de los Scolytinae en America (Wood S 1982) y el mundo (Brockenhoff *et al* 2006a) siendo el determinante principal su hábito reproductivo (Knizek y Beaver 2007 Wood S 1982) La principal vía de entrada asociada a los Coleoptera de la madera, es el material para empaque y entre estos los Scolytinae representan el mayor porcentaje de las intercepciones en Chile Estados Unidos y Nueva Zelanda (Haack 2006) denotando de esta forma, la importancia de establecer controles en puertos de entrada del comercio

El Canal de Panamá es un punto de tránsito de barcos de diversas procedencias Según Tapia y Buitrago (2001) en los últimos años el uso de los puertos panameños para trasbordo de mercadería ha incrementado considerablemente con un movimiento de casi dos millones de contenedores aproximadamente 50 compañías navieras y una inversión para 1999 de 400 000 millones de dólares en este rubro Por esto Panamá representa tanto un punto de entrada como de posterior dispersión de plagas

Tomando en cuenta estos aspectos y que actualmente no hay información sobre especies de Scolytinae reportadas como plagas importantes en Panamá, es de incalculable valor realizar inventarios de la fauna existente actualmente junto con programas formales de detección temprana de especies de Scolytinae claves para su economía. Los programas de vigilancia fitosanitaria orientados a este grupo han mostrado ser muy exitosos y de mucha utilidad para tomar decisiones cuarentenarias. Por ejemplo en Estados Unidos Haack (2006) determina que ocho de 25 especies exóticas de Coleoptera habían sido reportadas por programas formales de vigilancia, donde se manejan grandes bases de datos de especies de grupos de importancia cuarentenaria. Dentro de la información contenida en ellas los Scolytinae representan un gran riesgo para los bosques asociados a bienes maderables (Brockhoff *et al* 2006a).

La utilización de semioquímicos dentro de los Scolytinae tiene como principal objetivo la coordinación de actividades en poblaciones locales (Wood S 1982). Esta característica puede explotarse para el estudio de poblaciones por medio de trampas cebadas con este tipo de compuestos para establecer programas de vigilancia (Brockhoff *et al* 2006b) o control biológico de plagas (Roelofs 1981). Haciendo énfasis en el interés actual de determinación de riesgos fitosanitarios este proyecto plantea como objetivos el análisis faunístico y cuantitativo de las poblaciones de Scolytinae así como también de la abundancia de éstos tanto en puertos como recintos aduaneros de las ciudades de Colón y Panamá (extremos del Canal de Panamá, dentro del Sistema de Vigilancia Fitozoosanitaria) en función a tres diferentes semioquímicos (α pineno, etanol y feromona de *Ips typografus*) y por último un análisis de la diversidad alfa de las diferentes trampas cebadas con estos tres semioquímicos.

ANTECEDENTES

2.1 Estatus de los Scolytinae

Muchos taxónomos que estudian el orden Coleoptera han determinado que los Scolytinae no merecen la categoría de familia. Crowson (1967) determina que le fue imposible caracterizarlos satisfactoriamente tanto en el estado adulto como en el larval de sus miembros asumiendo justificaciones filogenéticas y puntos de vista de utilidad práctica. Esta tendencia no es aceptada por Wood (1973) criticando la suposición de que el *rostrum* de formas ancestrales se perdió en los Scolytidae (*sensu* Wood) cuando se estableció su hábito barrenador. Wood (1973) afirma que los Scolytidae representan una línea filética que ha divergido del resto de Curculionoidea antes de la pérdida de las suturas preguales y del desarrollo de un *rostrum*. Asimismo, los últimos estudios cladísticos como el de Kuschel (1995) colocan este taxón como una subfamilia de Curculionidae muy relacionada a los Cossoninae [apoyado por Thompson (1992)] y los Platypodinae. Aunque el mismo admite que este grupo podría ser denominado conjuntamente como Scolytinae pero como actualmente no se entiende su interrelación los tres taxa son colocados al final del sistema de clasificación propuesto. Por lo anterior Kuschel (1995) propone la realización de estudios más extensos y críticos en las tres subfamilias anteriores. Pero actualmente como discuten Knízek y Beaver (2007) el

estatus actual de los Scolytidae dentro de Curculionoidea es muy incierto a nivel de subfamilias tribus y generos flotando algunos de ellos entre los taxa mas altos sin ninguna idea clara, dependiendo del autor de la publicación y de cómo éste interprete los caracteres siendo actualmente la clasificacion de este taxa superior (Curculionoidea) una mezcla de taxas monofiléticos parafiléticos y polifiléticos (respaldado por Farrell *et al* 2001) En este estudio seguimos la clasificación actual de Scolytinae (Kuschel 1995) y de subtribus (Hulcr *et al* 2007) para los Scolytidae y tribus de Wood (1973 1986) respectivamente. Ciertos cambios como la forma de tratar *Premnobius* y *Coccotrypes* está teniendo importancia en la clasificación de los Scolytinae (Farrell *et al* 2001), pero en base a esto se sigue la tendencia utilizada por Rabaglia *et al* (2006)

2.2 Importancia económica de los Scolytinae

Los Scolytinae son considerados de importancia económica debido a que en ella se encuentran plagas de mucha importancia económica. Coulson y Witter (1990) colocan a este grupo de insectos como el más importante dentro de los Coleoptera, en numero de plagas por sobre Cerambycidae y Buprestidae mencionando a los géneros *Dendroctonus*, *Ips* y *Scolytus* como los más estudiados. Los Scolytinae pueden ser una plaga importante dentro de los bosques representando la causa de un buen porcentaje de la mortalidad total de árboles (Wood S 1982). Debido a que los hospederos atacados pueden ser de tamaño comercial y alto valor económico los Scolytinae son un factor importante de perdidas en bosques comerciales aunque la función ecologica de este grupo en los ecosistemas naturales es muy valiosa (Coulson y Witter 1990 Wood S

1982) En Europa, Grégoire y Evans (2007) consideran dentro de las diez especies plaga más daninas de insectos barrenadores de árboles vivos a siete Scolytinae un Curculionidae *sensu str* y un Lepidoptera Tortricidae. Esto denota la importancia relativa de este grupo en una zona biogeográfica donde la diversidad de Scolytinae y por ende la cantidad de nichos y la competencia por ellos es menor comparados con los trópicos (Knizek y Beaver 2007)

2.3 Programa de vigilancia fitosanitaria en Panamá

Actualmente existe particular interés en la determinación de riesgos fitosanitarios potenciales en relación a la introducción de especies exóticas de insectos ya sea en un país determinado o una región específica, que comparte un territorio similar en condiciones climatológicas y topográficas. La distribución geográfica de las especies animales no es constante se expande y se contrae en respuesta a fluctuaciones naturales del medio ambiente (Wood S 1982). Por el Canal de Panamá transitan una gran cantidad de barcos de orígenes diversos al igual que en sus puertos. Por esta razón un punto de interés es la vigilancia fitosanitaria en los diferentes puertos y recintos aduaneros a los cuales estos arriban trayendo una gran variedad de productos de origen agropecuario con gran potencial de acarrear plagas. Castañeda (1998) realizó un estudio del espectro de captura de diferentes trampas para el monitoreo de plagas cuarentenarias en la ciudad de Colón Panamá, con el objetivo de implementarlas en la Zona de Vigilancia del Canal de Panamá, que actualmente están en funcionamiento.

Dentro de las especies exóticas de insectos los Scolytinae representan un riesgo potencial para los patrimonios forestales de Panamá y de la region centroamericana. Segun Wood S (1982) el comercio humano ha tenido una gran importancia en la distribucion de algunos Scolytinae. Asi Wood S (1982) reporta 37 especies introducidas y establecidas en Norte y Centroamérica desde el Viejo Mundo. Entre las plagas mas importantes introducidas recientemente se encuentra *Hypothenemus hampei* originaria de Africa e introducida a Centro y Suramérica (Wood S 1982) afectando las plantaciones de cafeto y produciendo importantes pérdidas económicas.

2.4 Scolytinae en Panamá

Los Scolytinae han sido poco estudiados en Panama. Dentro de estos estudios se encuentra el de Guerra (2004) encontrando 67 morfoespecies de Scolytinae en parches de pino obteniendo que el 74% de éstas eran de hábito xilomicetófago de las cuales 39 no fueron identificadas hasta nivel de especie. Sin embargo ninguna ellas ha sido reportada como plagas en Panamá. Actualmente Kirkendall y Odegaard (2007) han encontrado datos interesantes sobre *Xylosandrus crassisculus* y *Xyleborus exiguus* dos especies del Viejo Mundo que fueron encontradas en muestreos realizados en Panamá y que presentan características biológicas que debilitan la teoria de que los bosques poco perturbados son inmunes a la invasión de especies exóticas. A parte de estos estudios y de información dispersa en compendios como los hechos por Bright y Skidmore (1997, 2002), Wood S (1982) y Wood y Bright (1992a, b) no existe informacion adicional sobre la diversidad de este grupo.

2.5 Ecología de Scolytinae

Dentro de los Scolytinae los hábitos determinan las especies que son de importancia económica. Las condiciones ambientales deben tomarse en cuenta para la posibilidad de establecimiento de una especie invasora. Las determinantes para la introducción y el establecimiento de las diferentes especies de Scolytinae a parte de las condiciones ambientales favorables son principalmente los hábitos reproductivos de las especies. Esto es establecido claramente por Wood S (1982) reportando que de 37 especies de Scolytinae introducidas y establecidas en Norte y Centroamérica, 31 pueden reproducirse por partenogénesis pudiendo hembras no apareadas producir y establecer una población inicial y Wood (2007) que de una a tres poblaciones de especies exóticas de Scolytinae son introducidas cada año a Estados Unidos.

Diferentes clasificaciones ecológicas de acuerdo a sus hábitos pueden utilizarse para categorizar a los Scolytinae. Wood D (1982) menciona dos modelos: uno de acuerdo a la capacidad de colonización de los Scolytinae y el otro a dos factores: 1) en qué órgano de la planta se realiza la colonización y 2) la condición del hospedero de acuerdo a diversos parámetros. Estas clasificaciones nos proveen un modelo general para predecir la ocurrencia, tanto en tiempo como espacio (Wood D 1982).

La colonización de un hábitat por los Scolytinae es de interés en el entendimiento de sus relaciones ecológicas. Según Wood D (1982) su estrategia puede ser condensada en cuatro fases: dispersión, selección, concentración y establecimiento, y la participación de comunicación química en cada una de estas fases es importante. En términos generales, determinada especie de Scolytinae actúa en equipo. Inicialmente se da una

selección primaria del hospedero interviniendo una cantidad limitada de individuos donde supuestamente se presentan estímulos olfativos y visuales. Posteriormente se da una selección secundaria del hospedero donde los primeros individuos liberan feromonas y en muchos casos ésta es mezclada con compuestos químicos del hospedero (Coulson y Witter 1990). Según Wood S (1982) la colonización de nuevas áreas de hospederos de Scolytinae inicialmente es realizada por un pionero que es dirigido en su vuelo principalmente por kairomonas (atracción primaria) tales como oleoresinas volátiles hidrocarburos de terpenos alcoholes u otras sustancias que libera un hospedero recientemente herido o tejido senescente. En base a lo anterior según Wood D (1982) diferentes sustancias químicas ya sea kairomonas alomonas o feromonas son liberadas en todas las fases de colonización excepto en el establecimiento.

2.6 Comportamiento de atracción por semioquímicos

Los Scolytinae utilizan un complejo sistema de comunicación química para localizar hospedero y alimentarse, encontrar pareja o reproducirse. Uno de esos químicos son las feromonas que se dispersan en el aire a grandes distancias como mensajeros químicos. Estas anuncian a otros individuos de la misma especie la localización de un hospedero viable o la disponibilidad de apareamiento, pero su principal función es la coordinación de actividades en poblaciones locales (Wood S 1982).

La comunicación química dentro de los Scolytinae se ha comprobado que no sólo se da entre individuos de su misma especie. Los monoterpenos producidos por las plantas juegan un papel importante en las fases de colonización como kairomonas.

atrayendo a los Scolytinae hacia hospederos susceptibles (Seybold *et al* 2006) También existe comunicación entre las diferentes especies aunque no se ha entendido por completo un patrón común. En especies muy estudiadas como *I pini* e *I paraconfusus* que interaccionan en el campo se ha detectado que atacan lados contrarios de los troncos del hospedero debido a la producción de feromonas (Wood D 1982)

2.7 Antecedentes del comportamiento de atracción por semioquímicos

Evidencias de comportamiento inducido por semioquímicos actualmente han sido muy bien documentados en la literatura para un grupo relativamente pequeño de especies. Una de ellas ha sido *I paraconfusus* donde el macho de esta especie presenta una feromona con los siguientes componentes: 1 () 2 metil 6 metileno 7 octano 4 ol 2 (+) cis verbenol 3 (+) 2 metil 6 metileno 2 7 octadieno-4 ol (Wood S 1982). Estos son alcoholes terpenoides donde los componentes solos no tenían efecto atrayente pero la combinación del componente 1 con 2 o 3 es parcialmente efectiva. Ciertas especies de Scolytinae también responden a componentes de la feromonas producidas por otras tal como *I latidens* que responde marginalmente al componente 1 pero cuando se utilizan el componente 1 y 2 juntos resulta muy atractiva y la adición del componente 3 elimina la respuesta de atracción. En el proceso de colonización los pioneros hembra o macho dependiendo de la especie (Wood S 1982) comienzan la liberación de feromonas una vez llegados al hospedero. Según Seybold *et al* (2006) este efecto de atracción por feromonas es potencializado con los metabolitos secundarios de la resina de sus hospederos lo que es un elemento importante para el ataque masivo tal

como sucede en *Dendroctonus frontalis* y *D. ponderosa* Wood S (1982) resume que el α pineno de la resina del árbol hospedero adicionado a las respectivas feromonas o componentes de *D. brevicomis*, *D. frontalis* o *D. ponderosae* fue más efectivo y en *D. brevicomis* el α pineno, β pineno o mirceno usados separadamente o los dos últimos en combinación fueron efectivos junto con la feromona.

Las feromonas probablemente se presentan en todos los Scolytinae y juegan un papel importante en la sobrevivencia de las especies siendo estas un mecanismo de especiación simpátrica (Wood D 1982). Los componentes principales de las feromonas en los escarabajos descortezadores son los monoterpenos que también se encuentran en la resina de sus hospederos y son utilizados como kairomonas por estos (Seybold *et al* 2006). Dentro de este grupo de componentes se encuentran el mirceno, Terpinoleno, γ terpineno, β felandreno, α pineno, β pineno, 3 careno, Ipsenol, Ipsdienol, *cis* verbenol y 2 metil 3 buteno 2 ol como los monoterpenos más activos en el comportamiento de los escarabajos descortezadores (Byers 2007, Seybold *et al* 2006). Según Wood D (1982) el conocimiento de la composición de las feromonas y su distribución dentro de las diferentes subtribus podría incrementar nuestro conocimiento de la filogenia dentro de ellas.

2.8 Diversidad alfa (α)

Medir la diversidad es un elemento importante para realizar comparaciones entre dos o más puntos. Según Magurran (1988) la diversidad es muy difícil de definir pero en términos generales consiste de dos componentes principales: la variedad o riqueza y la

abundancia de especies Moreno (2001) define diversidad alfa como la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea Halffter y Moreno (2005) hacen un amplio análisis de la diversidad alfa donde muestran diferencias sutiles pero muy importantes de recalcar La diversidad alfa puntual representa el numero de especies que se encuentran en un determinado punto mientras que diversidad alfa promedio es la expresión de la diversidad alfa como un promedio de valores puntuales debiéndose tener cautela ya que al promediar valores puntuales se obtiene un panorama más general de la tendencia que tiene la diversidad de la comunidad como tal (Halffter y Moreno 2005) la diversidad alfa acumulada corresponde a la suma de las especies encontradas entre dos límites de tiempo y su interpretación plantea problemas ya que el numero resultante nunca va a corresponder a la realidad sera más falsa, cuanto mayor sea el intervalo de tiempo del registro Pero este ultimo tipo de análisis tiene particular interes para cierto tipo de análisis de la riqueza de especies Si se compara la diversidad alfa acumulada con la puntual de una zona o comunidad muy alterada se espera un resultado muy superior a la puntual (Halffter y Moreno 2005)

No se tiene información disponible de la utilización de indices de diversidad como medida de la eficiencia de semioquímicos con la intencion de establecer programas de vigilancia, sin embargo se espera que provean información util para el perfeccionamiento de metodologias de prospeccion cuarentenaria Además como Moreno (2001) expresa, no podemos conformarnos con un listado de especies sino debemos buscar tener información de la diversidad tanto en comunidades naturales como modificadas

MATERIALES Y METODOS

Se instalaron 36 trampas tipo Lindgren® (Lindgren 1983) de ocho conos aproximadamente a un metro de altura desde el nivel del suelo. Estas se colocaron en las ciudades de Colón y Panamá, dentro de la Zona de Vigilancia Fitozoosanitaria del Canal de Panamá establecida por la Dirección de Cuarentena del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Panamá (MIDA). Dentro de cada ciudad se eligieron puertos y recintos aduaneros. En la ciudad de Colón se instalaron 18 trampas el 20 de octubre de 2006: nueve en puertos (tres en Puerto de Manzanillo (PM), tres en Puerto de Cristóbal (PC) y tres en Colón Container Terminal (CCT)) y nueve trampas en recintos aduaneros (tres en La Zona Libre de Colón (ZLC), tres en Colón Freight Station (CFS) y 3 en Envases del Istmo S. A. (ENISA)). En la ciudad de Panamá se instalaron la misma cantidad de trampas el 25 de octubre del mismo año: Nueve dentro del único puerto que cumplía las condiciones de similitud con Colón (Puerto Balboa (PB)) y nueve trampas en recintos aduaneros (tres en Agencias FEDURO, milla ocho; tres en KINTE S. A. y tres en Panamá Central Terminal (PCT)). Las coordenadas geográficas en UTM de cada una de las trampas fueron registradas mostrándose en el Cuadro I. Se tomaron datos de la captura de las trampas desde su fecha de instalación hasta finales del mes de octubre de 2007. Las trampas se mantienen actualmente atendidas por el personal de la Zona de

Vigilancia Fitozoosanitaria del Canal de Panama utilizando la misma metodologia aplicada en esta tesis

CUADRO I Ubicación de las trampas Lindgren® en las ciudades de Colon y Panamá expresada en unidades UTM (zona 17)

Colón				Panamá			
Nombre Sitio	Código Trampa	Coordenadas		Nombre Sitio	Codigo Trampa	Coordenadas	
		Norte	Oeste			Norte	Oeste
PC*	I1PC†	620493	103351	PB	I1PP	657925	989879
PC	P1PC	620584	103344	PB	P1PP	657771	989621
PC	E1PC	620640	103351	PB	E1PP	657829	989702
PM	I2PC	622913	103495	PB	I2PP	658039	990778
PM	P2PC	622800	103505	PB	P2PP	658038	990681
PM	E2PC	622922	103418	PB	E2PP	658076	990730
CCT	I3PC	622667	103633	PB	I3PP	658369	990737
CCT	P3PC	622645	103638	PB	P3PP	658291	990881
CCT	E3PC	622292	103606	PB	E3PP	658330	990822
ENISA	I1WC	623068	103450	PCT	I1WP	659867	992535
ENISA	P1WC	623128	103451	PCT	P1WP	659821	992458
ENISA	E1WC	623186	103452	PCT	E1WP	659841	992536
CFS	I2WC	623126	103463	FEDURO	I2WP	663483	100222
CFS	P2WC	622948	103476	FEDURO	P2WP	662898	100232
CFS	E2WC	623011	103474	FEDURO	E2WP	662927	100217
ZLC	I3WC	623024	103319	KINTE	I3WP	660612	992693
ZLC	P3WC	623082	103315	KINTE	P3WP	660709	992617
ZLC	E3WC	622902	103362	KINTE	E3WP	660618	992660

PM Puerto de Manzanillo PC Puerto de Cristóbal CCT Colon Container Terminal ZLC Zona Libre de Colón CFS Colon Freight Station ENISA Envases del Istmo S A PB Puerto Balboa y PCT Panama Central Terminal

† Código alfanumérico dividiendo en cuatro secciones (1) atrayente E (etanol) P (α pineno) o I (ID+MBO+CV) (2) repetición 1 2 3 (3) localidad P (puerto) o R (recinto aduanero) y (4) correspondiente a la ciudad P (Panamá) y C (Colón)

Se utilizaron dos tipos de semioquímicos manufacturados por ChemTica Internacional S A (San Jose Costa Rica) para cebar las trampas Etanol (dispensores de 100 g de 400 mg/día de liberación aproximada a 20 °C) y α pineno (2 botes conteniendo cada uno 17 ml con una liberación de 140 mg/día a 20 °C) como kairomonas y una mezcla de Ipsdienol (3 mg/día a 20 °C) cis verbenol (1 mg/día a 20 °C) y 2 metil 3

buten 2 ol (27 mg/día a 20 °C) como feromona de *Ips typografus* (ID+MBO+CV) En cada uno de las localidades ya sea puerto o recinto de las dos ciudades analizadas se colocó cada uno de los semioquímicos (Cuadro I)

Cada trampa se codificó alfanuméricamente dividiendo el código en cuatro secciones para facilitar su seguimiento primero el atrayente E (etanol) P (α pineno) o I (ID+MBO+CV) segundo la repetición 1 2 3 tercero la localidad P (puerto) o R (recinto aduanero) y por último la correspondiente a la ciudad P (Panamá) y C (Colón) Este código se utilizó para identificar la muestra recolectada en todo el transcurso del proyecto (Cuadro I) junto con la fecha de recolección

Se utilizó etilenglicol (refrigerante de uso industrial) o una mezcla de alcohol etílico con glicerina en el recipiente de colecta de cada trampa con la finalidad de preservar los especímenes capturados Los recipientes fueron revisados aproximadamente cada 15 días (dos semanas) en las dos ciudades colectando el líquido con su contenido completo en frascos herméticos y llevados a las instalaciones del Programa Centroamericano de Maestría en Entomología (PCMENT) para ser separados limpiados montados (en caso necesario) e identificados

La identificación de las especies se realizó hasta el nivel taxonómico posible utilizando la referencia bibliográfica disponible (Wood S 1982 Wood 1986 Wood *et al* 1991a b 1992) Los primeros dos meses de muestreo se montaron en alfileres entomológicas para iniciar una colección de referencia de las diferentes morfoespecies capturadas Las especies de la subtribu Xyleborina fueron confirmadas por el Dr Rabaglia del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica Servicio Forestal (USDA FS) El género *Hypothenemus* se decidió consolidar en un

unico grupo para su analisis debido al pequeño tamaño de los especimenes dificultad para definir sus caracteres morfologicos externos más importantes ausencia de un especialista disponible en la subtribu para realizar las confirmaciones de las identificaciones y la ausencia de caracteres genitálicos estudiados para el grupo en su identificación Los especimenes que no lograron ser identificados a nivel de especie o cualquier grado superior a éste se clasificaron en morfoespecies para su respectivo análisis de diversidad La colección de referencia se depositó en la colección entomologica del PCMENT

Las morfoespecies se determinaron en base a similitud en caracteres tales como tipo de antena, frente (separación de los ojos esculturación pubescencia) *elytra* (pubescencia, características de las estrias e interestrias) declive elital (esculturación pubescencia) Dentro de cada morfoespecie pueden existir más de una especie real o debido a las diferencias sexuales que es muy comun en varias de las especies interceptadas pueden estar hembra y macho de una misma especie catalogadas como morfoespecies diferentes Para facilitar los respectivos análisis estas morfoespecies son tomadas como especies reales

Los datos obtenidos de las identificaciones en numero de individuos se ingresaron a una base de datos en Excel[®] 2007 como variable dependiente continua, junto con la subtribu género y especie o morfoespecie y la informacion que acompañaba la muestra identificada.

Debido a problemas en el sistema de muestreo y colecta de la información (gran cantidad de datos perdidos) el mes de octubre de 2006 se elimino del análisis estadístico pero no de la colección de referencia, agregandose el mes octubre 2007 para tener 12

meses en el análisis. La base de datos inicial tuvo que modificarse para obtener la abundancia total de Scolytinae/trampa/muestreo agregándose las trampas con conteo de cero especímenes de Scolytinae en la separación de las muestras de campo e identificación.

3.1 Análisis faunístico

Se analizaron las capturas de Scolytinae a nivel de especie dentro de las tribus y subtribus. En cada subtribu se determinaron los géneros más representativos y las especies relevantes de estas. Esto se determinó para los géneros en base a reportes previos como plagas en la literatura y para las especies en catálogos y monografías especializadas (Bright y Skidmore 1997, 2002; Rabaglia *et al.* 2006; Wood S. 1982, 2007; Wood y Bright 1992a, b). Esta literatura especializada se utilizó para determinar si las especies identificadas habían sido reportadas como presentes o introducidas a Panamá previamente.

3.2 Estacionalidad de Scolytinae

3.2.1 Hipótesis estadística

Determinar si la abundancia de Scolytinae en base a trampa/muestreo responde en forma diferente al mes en el que se realizó dicho muestreo.

3.2.2 Método estadístico

Dentro de este objetivo de estudio se analizó la estacionalidad de la abundancia de los Scolytinae del 9 de noviembre de 2006 al 25 de noviembre de 2007 para determinar los meses de mayor y menor abundancia. Este análisis se realizó mediante un análisis de varianza (ANDEVA) de un factor utilizando como variable de bloqueo al mes de colecta y la abundancia como dependiente. La abundancia fue transformada al logaritmo natural de abundancia/trampa/muestreo + tres [$\ln(\text{variable}+3)$] para cumplir el supuesto de normalidad de los datos. Se realizó la comparación de medias por medio de la prueba honesta de diferencias significativas de Tukey (Tukey HSD). El nivel de significación en todo el estudio se estableció a 0.05. Este diseño se procesó en el programa STATISTICA ver 7.0®.

3.3 Análisis cuantitativo de los datos

Se realizó un análisis cuantitativo de los datos al nivel de subfamilia, subtribus, géneros, especies y morfoespecies identificadas en base a la abundancia total del material biológico colectado desde el 9 de noviembre de 2006 al 25 de octubre de 2007.

3 4 Análisis de abundancia

3 4 1 Hipótesis estadística

Determinar si la abundancia de Scolytinae en base a trampa/muestreo responde en forma diferente al semioquímico utilizado en función de las diferentes localidades y ciudades

3 4 2 Método estadístico

La variable abundancia/trampa/muestreo fue analizada por medio de un ANDEVA usando el modelo de parcelas divididas para tres factores. Las repeticiones fueron el factor de bloqueo, las ciudades, el de parcelas completas, las localidades, el de sub parcelas y se utilizaron los semioquímicos como factor de tratamiento de las sub sub parcelas (Kuehl 2001). La variable respuesta, comparación de medias y el nivel de significancia utilizado fueron tratados de la misma forma que el inciso 3 1.

3 5 Análisis de la diversidad α

La base de datos inicial se utilizó para determinar los índices de diversidad de Shannon [$H(\log_{10})$] y de Simpson ($1/D$) para (1) ciudades (2) localidades y entre localidades dentro de las ciudades (3) semioquímicos semioquímicos dentro de los recintos semioquímicos dentro de las ciudades y semioquímicos dentro de los recintos y

ciudades Estos dos índices de diversidad fueron escogidos por su amplio uso en la literatura y debido a que H' está basado en la abundancia proporcional de las especies y el $1/D$ le da mayor peso a la especie más abundante El primero indica la trampa que capturo la mayor diversidad de Scolytinae y el segundo aquella en que predominó alguna o algunas especies (Magurran 1988) dando ambas una idea de la estructura de la diversidad de las poblaciones de Scolytinae capturadas (Moreno 2001)

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis faunístico de los Scolytinae

Se colectaron un total de 6 460 especímenes. Las dos tribus que conforman esta subfamilia fueron representadas en las capturas comprendiendo 11 Subtribus, 22 Géneros (Cuadro II) y 77 especies (Anexo I). Xyleborina fue la subtribu mejor representada con nueve géneros identificados de estos, algunos de mucha importancia económica, tal como *Xyleborus*. Rabaglia *et al* (2006) establecen que esta subtribu es la más numerosa y ampliamente distribuida dentro de la subfamilia y Wood (2007) a *Xyleborus* como el género más diverso de los Scolytinae. En los trópicos, este género puede causar daños económicos significativos por la destrucción de la madera, tanto en bosques como aserraderos (Wood 2007). Numerosas especies de esta subtribu, pertenecientes a los géneros *Euwallacea*, *Xylosandrus*, *Xyleborinus* y *Xyleborus* son ampliamente distribuidas por el comercio y tal como Rabaglia *et al* (2006) comentan para Norteamérica, es posible que no hayan sido reportadas o puedan ser prontamente encontrados en Panamá.

CUADRO II Géneros capturados con trampas tipo Lindgren® del 9 de noviembre de 2006 al 25 de octubre de 2007 en las ciudades de Colón y Panamá con su respectiva ubicación taxonómica dentro de la subtribu

Tribu	Subtribu	Género
Scolytini	Xyleborina	<i>Ambrosiodmus</i>
		<i>Coptoborus</i>
		<i>Dryocoetoides</i>
		<i>Euwallacea</i>
		<i>Premnobius</i>
		<i>Theoborus</i>
		<i>Xyleborinus</i>
		<i>Xyleborus</i>
		<i>Xylosandrus</i>
	Cryphalina	<i>Cryptocarenum</i>
		<i>Hypocryphalus</i>
		<i>Hypothenemus</i>
	Dryocoetina	<i>Coccotrypes</i>
		<i>Dendrocranulus</i>
	Ipina	<i>Acanthotomicus</i>
		<i>Ips</i>
	Micracina	g n i
	Scolytina	<i>Scolytopsis</i>
	Corthylina	g n i*
Hylesinini	Bothrosternina	<i>Cnesinus</i>
		<i>Sternobothrus</i>
	Ctenophorina	<i>Pycnarthrum</i>
	Phloeotribina	<i>Phloeotribus</i>
	Hypoborina	<i>Chaetophloeus</i>

* Géneros no identificados catalogados hasta morfoespecie

De acuerdo a reportes de diversos autores (Bright y Skidmore 1997 2002 Rabaglia *et al* 2006 Wood 1982 2007 Wood y Bright, 1992a) *Ambrosiodmus devexus* *A. obliquus* *Xylosandrus compactus* y *Xyleborinus saxesenii* son nuevos reportes para Panamá, necesitándose estudios adicionales para determinar si son endémicas o introducidas y si son introducidas donde se han establecido *Premnobius*

cavipennis y *Xyleborus horridus* fueron reportados anteriormente por Guerra (2004) en muestreos realizados en parches de pino *Euwallacea fornicatus* es una especie introducida reportada inicialmente para America en la zona del Canal de Panamá (Wood S 1982 Kirkendall y Odegaard 2007)

Todas las especies de *Xylosandrus* capturadas en este trabajo representan plagas de importancia económica en cultivos comerciales (Rabaglia *et al* 2006 Wood S 1982) *X compactus* ha sido reportada por Couturier y Tanchiva (1991) como plaga de *Myrciaria dubia* un arbusto frutal amazónico con potencial de exportación Dentro de *Xyleborus* la unica especie identificada de importancia económica fue *X ferrugineus* y dentro de *Xyleborinus* *X saxesenii* (Wood S 1982)

Cryphalina estuvo representada por tres generos entre ellos *Hypothenemus* fue el más comun en capturas durante el periodo muestreado (Anexo I Anexo II) Martinez y Atkinson (1986) reportan este género como el mas abundante en las áreas tropicales del mundo corroborándose en el presente trabajo Wood (2007) reporta 47 especies de *Hypothenemus* para América, dentro de las cuales 11 han sido introducidas desde Africa, donde las especies que se alimentan y reproducen en frutos presentan alguna importancia economica Dentro de este genero se encuentra *H hampei* (no capturada en el presente estudio) cuya distribución esta asociada al comercio y otras actividades humanas (Wood 2007) siendo de importancia en el cultivo del cafeto pudiendo causar perdidas casi totales de la cosecha (Wood 1982 2007)

Dryocoetina estuvo representada por dos géneros de los cuales *Coccotrypes* fue el mas abundante Las especies de éste género infestan diversas semillas grandes principalmente de palmaceas son transportadas a través del comercio a todo el mundo y

muy pocas especies son floeofagas (Wood S 1982) Wood (2007) reporta 10 especies introducidas a Sudamerica a través del comercio La especie más abundante de este género fue *Coccotrypes carpophagus* y junto con *C dactyliperda* (solo un ejemplar colectado) son plagas importantes de palmaceas *C advena* no habia sido reportada para Panamá anteriormente (Bright y Skidmore 1997 2002 Wood 1982 2007 Wood y Bright 1992a)

Entre las subtribus con menor numero de representantes Ipina, con *Ips calligraphus* fue la mas abundante La mayor cantidad de individuos de esta especie se capturaron en trampas cebadas con la feromona de *Ips typographus* (98%) siendo obtenida también en una trampa con etanol Debido a la cercanía de las trampas a plantas de *Pinus* que son su principal hospedero se asume que la captura en etanol fue también debido a esta condición (Anexo II) La mayoría de especies de este género son de riesgo potencial para las plantaciones de *Pinus* (Wood 2007) De la Subtribu Scolytina, *Scolytopsis puncticollis* constituye un nuevo registro para Panamá, extendiendo su distribución geográfica en Centroamérica

4.2 Estacionalidad de Scolytinae

Los Scolytinae presentaron diferencias significativas en la abundancia a través de los 12 meses muestreados ($F_{(11,755)}=21.416$ $p>0.00$) con una menor abundancia en los meses de febrero y marzo la cual resulto significativamente inferior a la abundancia de los demás meses (Fig. 1) Estos meses de menor abundancia coinciden con los meses de menor precipitación en las ciudades de Colón y Panamá (Contraloría General Dirección

de Estadística y Censo 2005) Se pudo observar también un incremento de la abundancia de Scolytinae a partir de julio 2007 siendo significativamente diferente a la de mayo y junio del mismo año Este incremento se mantuvo hasta octubre de 2007 Las medias de Julio a octubre 2007 fueron significativamente iguales a la de noviembre 06

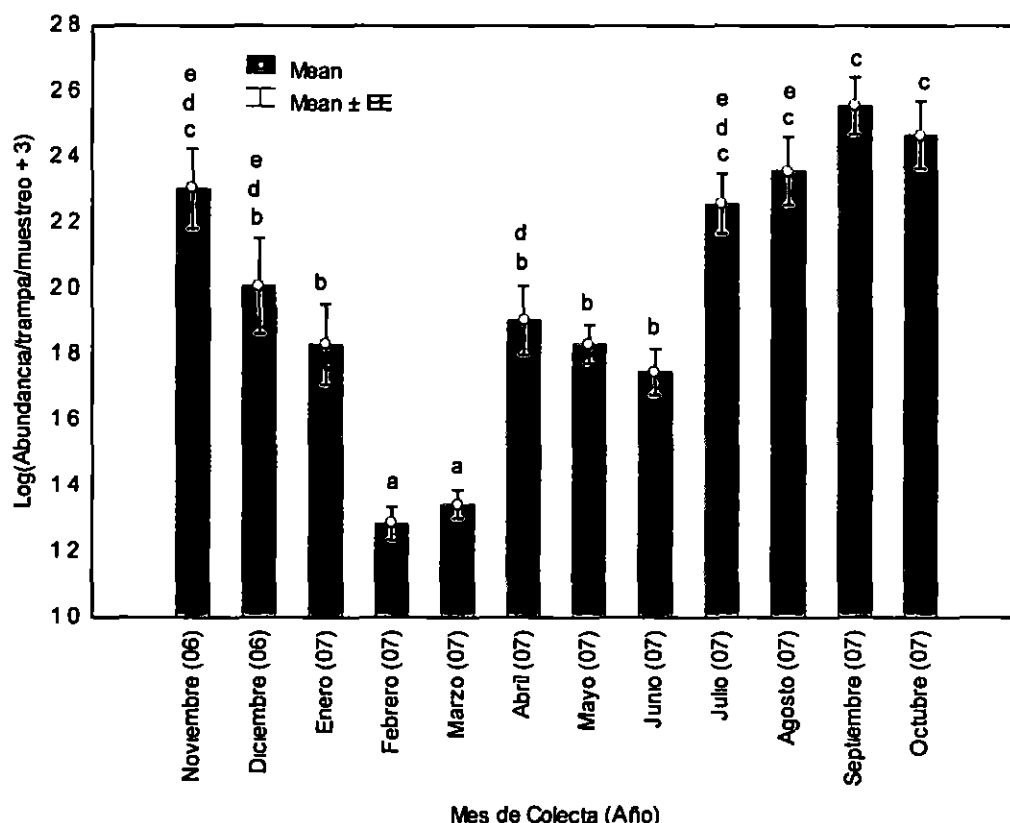


Fig 1 Medias mensuales de la variable dependiente transformada con su respectivo error estándar (EE) del 9 de noviembre de 2006 al 25 de octubre de 2007 Barras con letras minúsculas iguales determinan diferencias no significativas ($\alpha=0.05$) entre las medias de los meses muestreados

Como se mencionó previamente el género *Hypothenemus* (Cryphalina) fue dominante dentro de dicha subtribu Esta dominancia también afectó la estacionalidad La abundancia total de Scolytinae durante el año muestra diferencias estadísticas significativas (Fig 1) donde *Hypothenemus* mostró inferioridad o superioridad marcada respecto a *Xyleborina* (Fig 2)

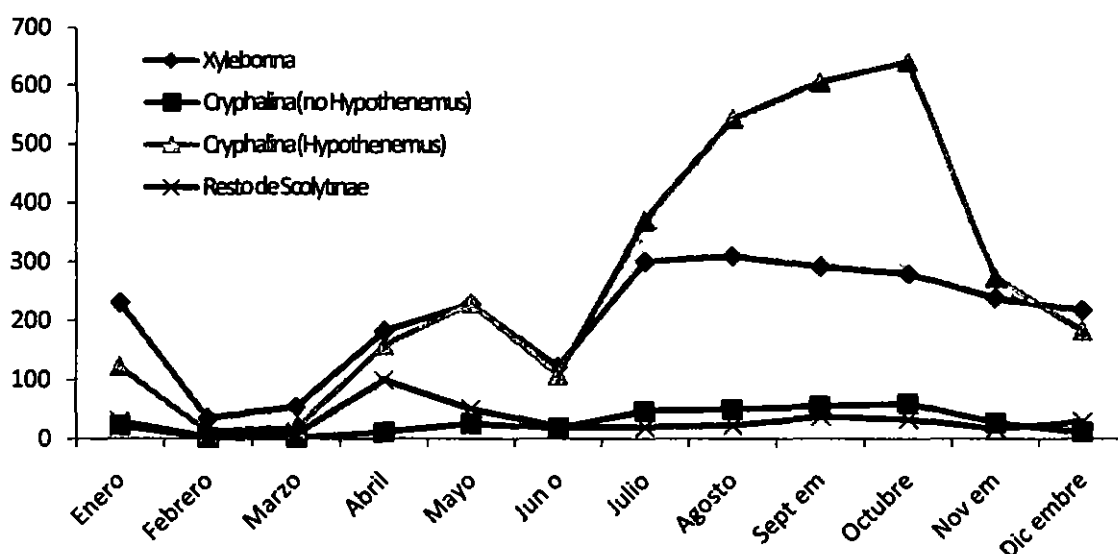


Fig 2 Abundancia total de especímenes capturados del 9 de noviembre de 2006 al 25 de octubre de 2007 en las ciudades de Colón y Panamá, comparando los grupos dominantes con el resto de los Scolytinae. Las áreas sombreadas denotan cambios importantes en la dominancia de *Hypothenemus* respecto a los *Xyleborina*.

4.3 Análisis cuantitativo

Todo el material se logró identificar a nivel de subtribu. El 98.62% del material colectado se identificó a nivel de género y 28.05% a nivel de especie (Cuadro III) en tanto que el material que no se pudo identificar fue catalogado a nivel de morfoespecie (Anexo I).

CUADRO III Comparación del total de especímenes colectados del 9 de noviembre de 2006 al 25 de octubre de 2007 con totales de identificación a nivel de género y especie

Total de Individuos Colectados	Total de Individuos Identificados			
	Género	(%)	Especie	(%)
6 460	6 371	98.62	1 812	28.05

La subtribu con mayor proporción de especímenes fue Cryphalina con 55.69% (3 598 especímenes) seguida por Xyleborina con 38.57% (2 492) y Dryocoetina con 2.73% (177) las restantes ocho subtribus con porcentajes cerca del 1% o inferior (Anexo I)

El género más abundante fue *Hypothenemus* con 50.57% del total de Scolytinae capturados seguido por *Xyleborus* y *Xyleborinus* con 27.10 y 10.00 % respectivamente. Los restantes géneros representan menos del 3% individualmente. Wood S (1982) menciona que *Hypothenemus* está asociado a lugares con mucha perturbación ecológica y que el periodo de incubación y desarrollo larval es corto implicando que las poblaciones frecuentemente alcance niveles elevados.

Alguna de las especies de *Hypothenemus* podría ser la más abundante debido a la gran cantidad de morfoespecies encontradas (19) en observaciones preliminares desde octubre hasta mediados de diciembre de 2006 (colección de referencia) y de especímenes (3 267) en todo el periodo de muestreo. Situación similar podría presentarse dentro de la morfoespecie *Xyleborus* sp. 1 compuesta probablemente por *Xyleborus volvulus*, *X. affinis* y otras especies muy afines según caracteres presentados en Wood S (1982).

De las especies identificadas la más abundante fue *Xyleborinus saxesenii* (536 especímenes) seguida por *Xyleborus ferrugineus* [sensu Wood S (1982) y Wood y Bright (1992a)] (502 especímenes). Considerablemente menos abundantes fueron *Hypocryphalus mangiferae* y *Cryptocarenum seriatus* (136 y 101 respectivamente). Encontrándose la gran mayoría de especies por debajo de los 100 especímenes capturados (Anexo I).

A diferencia de *X ferrugineus* y *X* sp 1 *Xyleborinus saxesenii* es la única especie de importancia económica para Norte y Centroamérica de su género. Su ciclo de vida es de uno a dos meses y presenta una amplia lista de especies hospederas (Wood S 1982). Esta especie representa el 81.27% de todos los *Xyleborinus* capturados por ende podemos decir que es una especie dominante en los medios estudiados en este trabajo (Anexo II). Flechtmann *et al* (2000) encontró que la especie capturada en mayor cantidad depende de la trampa utilizada y de acuerdo a esto deben modificarse los planes de muestreo para la especie de interés.

No se ha considerado ciertas variaciones en la taxonomía de *Xyleborus ferrugineus* y como se explicó previamente la morfoespecie citada como *Xyleborus* sp 1 representa en realidad un grupo difícil de separar de otras muy relacionadas. Rabaglia *et al* (2006) explican de forma amplia algunos de los problemas de identificación que se presentaron en este trabajo tanto a nivel de género como de los dos taxa señalados previamente. *X ferrugineus* presenta una serie de sinónimos que recientemente han estado revisando para determinar su validez dentro de estos esta *X impresus*, *X bispinatus* y *X fuscatus* (Rabaglia *et al* 2006). Por esta razón en el presente trabajo se mantuvieron como *X ferrugineus* tal como Wood (1982) la describe. Debido a estas dificultades tanto en *X* sp 1 como en *Hypothenemus* spp y otros diferentes niveles taxonómicos dentro de Scolytinae generalmente son dejados a un lado en los estudios ecológicos de diversidad (Simon *et al* 2003).

Respecto a *Xyleborus* Wood S (1982) destaca su caótica situación. Este caos ha sido paulatinamente despejado por Wood (1986) separando ciertos géneros previamente sinonimizados a *Xyleborus* (*Ambrosiodmus*, *Coptoborus*, *Cryptoxyleborus*, *Euwallacea*

Mesoscolytus Taurodemus Terminalinus) Wood y Bright (1992a) separa a *Cyclorhipidion* y más recientemente Hulcr *et al* (2007) introdujo conceptos de sistemática contemporánea determinando que es un grupo no monofilético sacando de este género a *Anisandrus* anteriormente sinonimizado

4 4 Análisis de abundancia

4 4 1 Ciudades

Se pudo observar una diferencia muy significativa entre las medias de la abundancia/trampa/muestreo transformada de las ciudades ($F_{(1,2)}=328.56$ $P<0.003$) resultando Panamá con una media mayor que Colón (Fig 3). Probablemente las diferencias en las condiciones ambientales entre las dos ciudades y los corredores de vegetación entre ellas son factores de importancia para estas diferencias. Evidencia de esto es que en Panamá se encontraron 38 especies exclusivas de esa ciudad en tanto que Colón sólo cinco colectadas.

4 4 2 Semioquímicos

También se obtuvieron diferencias significativas para semioquímicos ($F_{(2,16)}=5.9059$ $P=0.01199$) resultando el etanol como el más efectivo para los Scolytinae en base a la cantidad media de especímenes atraídos. Mientras que las respuestas al α pineno y la feromona fueron similares (Fig 4). Pocos ensayos se

han realizado analizando las poblaciones de Scolytinae que responden a determinados semioquímicos. La mayoría de estudios se enfocan a especies de importancia económica tales como algunas de los géneros *Ips* y *Dendroctonus* (Gaylord *et al* 2006 analizando cinco tipos de semioquímicos incluyendo etanol Gray 2002 utilizando MBO) *Tomicus piniperda* (Poland *et al* 2004 utilizando α Pineno solo y en varias combinaciones) y *Dendroctonus ponderosae* (Miller y Lindgren 2000 α pineno solo y en combinación con otros semioquímicos como CV). En todos estos estudios los resultados fueron diversos pero siempre uno de los compuestos utilizados permitió obtener mayor captura.

4.4.3 Interacción ciudad por localidad

La interacción entre ciudad y localidad tuvo un efecto significativo ($F_{(1,4)}=45.008$ $P<0.003$) mostrando que las trampas colocadas en los puertos de la ciudad de Panamá obtuvieron mayores capturas promedio que el resto; por el contrario, las trampas colocadas en los puertos de Colón fueron las que obtuvieron menores capturas promedio (Fig. 5). La media de abundancia/trampa/muestreo transformada para los recintos de Colón y Panamá fueron iguales (Fig. 5). Estas diferencias y similitudes podrían deberse principalmente al tipo y cantidad de vegetación predominante de las áreas analizadas: encontrándose el puerto de Balboa rodeado de mucha vegetación y los de Colón (Manzanillo, Cristóbal y CCT) muy poca o nada, mientras que los recintos de las dos ciudades mostraron cierta similitud en su vegetación lo que pudo verse reflejado en los resultados.

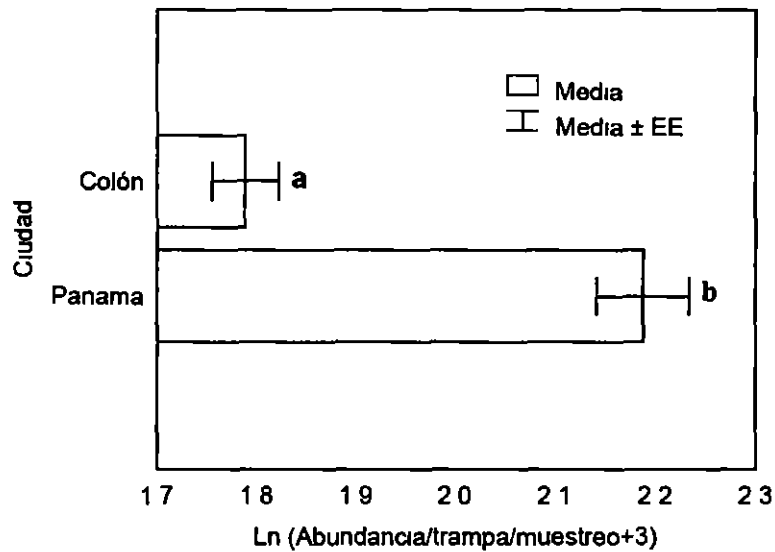


Fig 3 Medias de la variable dependiente transformada para las dos ciudades estudiadas en las capturas de Scolytinae con su respectivo error estándar (EE) Barras con letras minúsculas iguales determinan diferencias no significativas ($\alpha=0.05$) entre las medias de las ciudades

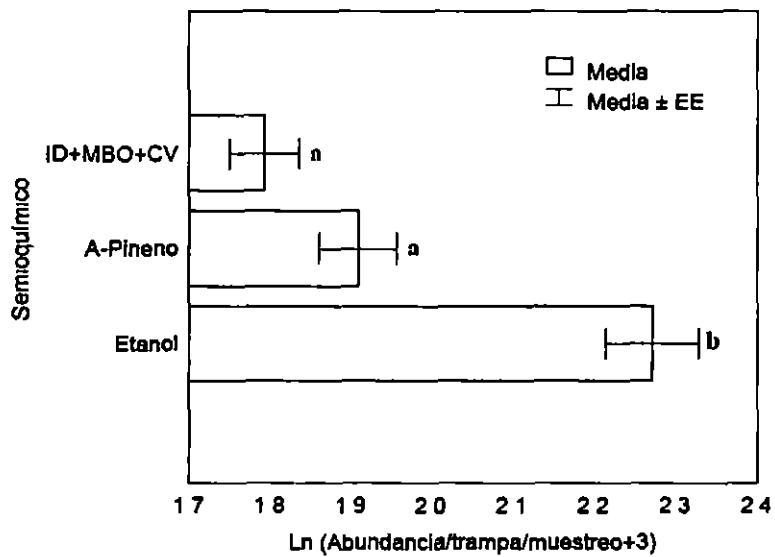


Fig 4 Medias de la variable dependiente transformada para los tres semioquímicos utilizados en las capturas de las ciudades de Colón y Panamá con su respectivo error estándar (EE) Letras minúsculas iguales determinan diferencias no significativas ($\alpha=0.05$) entre las medias de los semioquímicos

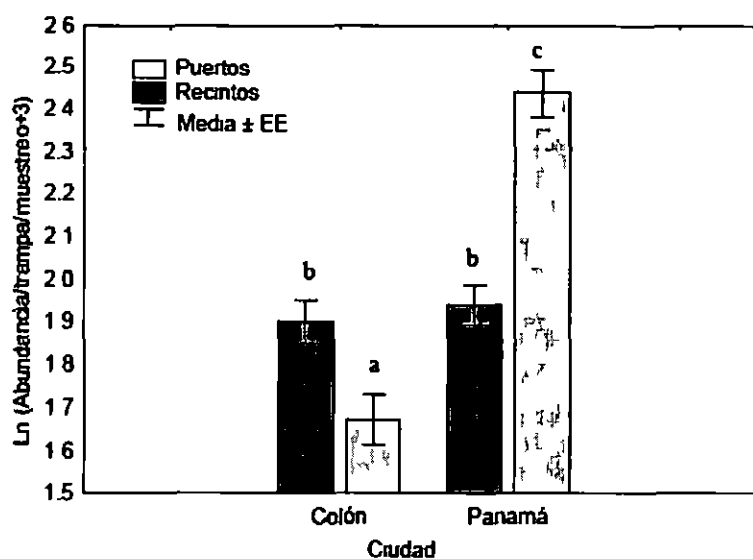


Fig 5 Medias de la variable dependiente transformada para las capturas de Scolytinae en las ciudades de Colon y Panamá en sus respectivas localidades con su respectivo error estándar (EE) Letras minúsculas iguales determinan diferencias no significativas ($\alpha=0.05$) entre las medias de los tratamientos

4.4.4 Localidad

Pudo observarse una mayor media de la abundancia/trampa/muestreo en los puertos aunque los valores para localidades no mostraron diferencias significativas ($F_{(1,4)}=6.7693$ $P<0.06$). Como se había expuesto previamente la vegetación puede explicar la ausencia de diferencias entre recintos así como las grandes diferencias entre los puertos de Colón y Panamá, resultando que al analizar cada localidad por separado no se encuentren diferencias. Esto indica que los criterios para elegir los puertos fueron diferentes o las condiciones de los puertos de Colón respecto a los de Panamá o viceversa fueron distintas.

4.5 Análisis de diversidad

La diversidad y homogeneidad de abundancia de los Scolytinae encontradas en este estudio deben ser notablemente menores que en bosques aledaños a las zonas estudiadas. Floren y Linsenmair (2003) han encontrado en un bosque lluvioso de tierras bajas en Malasia, comparando bosque primario con bosques con diversos grados de tiempo desde una perturbación antropogénica, que la diversidad de Scolytinae se vio afectada (medida en abundancia y riqueza de especies) observando que la diversidad de Chrysomelidae y Curculionidae incrementaba de un bosque recientemente perturbado a uno primario y mostraba un claro descenso en la abundancia de la especie más frecuente a través del proceso de sucesión del bosque.

Aun así se encontró que la diversidad en Panamá fue mayor que en Colón indicando que las diferencias no solo son en la abundancia sino también en especies mientras que en las localidades las poblaciones de Scolytinae resultaron más diversas en los puertos que en los recintos. Al combinar las capturas de ciudades con localidades se observa mayor diversidad en Panamá que en Colón tanto en puertos como en recintos. El semioquímico con el que se obtuvo mayor diversidad fue la feromona por sobre el etanol y α pineno. Esta misma tendencia se presentó en Panamá, pero no así en Colón donde el etanol presentó mayor diversidad. Cuando analizamos la diversidad de los diferentes semioquímicos por cada una de las localidades la feromona en los recintos resultó ser superior manteniendo esa condición al incluir la ciudad. Los valores extremos de H' son 0.898 para ID+MBO+CV Recinto en Panamá como el superior y 0.499 para α pineno puerto en Colón como el inferior (Cuadro IV).

Hypothenemus spp tuvo importante influencia en la diversidad de las trampas (1/D para etanol recinto Panama y pineno puerto Panamá de 2 04 y 2 06 respectivamente) La influencia de esta morfoespecie se diluye cuando se analiza solo uno de los factores (ciudad localidad o semioquímico) debido a que no muestran valores tan extremos al compararlos (Cuadro IV) *Xyleborinus saxesenii* *X ferrugineus* y *X* sp 1 también tuvieron un impacto en el índice de Simpson (Anexo II)

CUADRO IV Valores para los índices de Shannon [$H' (\log_{10})$] y Simpson (1/D) para los diferentes niveles de análisis de las capturas de Scolytinae realizadas en el canal de panama de noviembre 2006 a octubre 2007

Factor Analizado	General		Colón		Panamá	
	H	1/D	H	1/D	H	1/D
Colón	0 673	3 003				
Panamá	0 846	3 421				
Puertos	0 816	3 560	0 631	2 857	0 830	3 653
Recintos	0 766	2 951	0 668	3 033	0 800	2 790
Etanol	0 791	3 544	0 659	3 282	0 798	3 534
ID+MBO+CV*	0 849	3 457	0 624	2 849	0 892	3 561
α pineno	0 755	2 798	0 596	2 352	0 787	2 995
Etanol puerto	0 810	4 054	0 656	3 476	0 812	4 042
Etanol recinto	0 659	2 658	0 628	3 108	0 603	2 040
ID+MBO+CV puerto	0 781	3 300	0 566	2 691	0 809	3 368
ID+MBO+CV recinto	0 861	3 618	0 651	3 055	0 898	3 736
α Pineno puerto	0 717	2 714	0 499	2 064	0 739	2 883
α Pineno recinto	0 759	2 931	0 619	2 568	0 823	3 301

Feromona para *Ips typographus*

Los Scolytinae en las áreas estudiadas con esta metodología presentan menor diversidad pero a la vez también menor cantidad de especies dominantes (H y 1/D más bajos) comparados con los datos de Coleoptera obtenidos en otros estudios Mody *et al* (2003) reporta valores de H (\log_{10}) para Coleoptera en tres especies de arboles de una sabana de Africa, de 1 08 como mínimo y 2 16 como máximo Kirmse *et al* (2003) de

1 38 y 1 53 para el H y 10 86 y 12 63 para el 1/D en dos diferente especies de árboles para Coleoptera

CONCLUSIONES

- La abundancia de Scolytinae en la ciudad de Panamá y Colón presenta su punto mas bajo en los meses de febrero y marzo y su pico dentro de los meses de julio a noviembre. Estas variaciones en abundancia se pudieron deber principalmente a la escasa precipitación pluvial en el periodo de menor abundancia y el pico durante el periodo de lluvias. Dentro de esta abundancia las especies *Ambrosiodmus devexus*, *A. obliquus*, *Xylosandrus compactus*, *Xyleborinus saxesenii*, *Coccotripes advena* y *Scolytopsis puncticollis* fueron nuevos reportes para Panamá y el género *Hypothenemus* tiene gran influencia en la dominancia de las diferentes áreas estudiadas.
- La abundancia de Scolytinae fue significativamente diferente en Colón comparada con la de Panamá. La localidad por si sola no logra explicar diferencias en la abundancia y ésta tiene influencia sobre la ciudad. Las ubicaciones con mayor abundancia fueron las de Panamá en los puertos y las de menor en los puertos de Colón. La utilización diferencial semioquímicos tuvo influencia en la abundancia de Scolytinae capturados con las trampas tipo Lindgren® en las áreas estudiadas.
- *Xyleborinus saxesenii*, *Xyleborus ferrugineus* y *Xyleborus* sp. 1 también tienen un impacto en la dominancia en las áreas estudiadas. La feromona utilizada influyó en el incremento de la diversidad (H') y reducción de la dominancia (1/D).

RECOMENDACIONES

- Analizar la dinámica poblacional de *Hypothenemus* spp *Xyleborinus saxeseni* *Xyleborus ferrugineus* y *Xyleborus* sp1 a través del año por ser las especies dominantes para tratar de entender la dinámica poblacional de los Scolytinae con mayor detalle
- Ahondar más en la caracterización de las especies de *Hypothenemus* spp y *Xyleborus* sp1 de la colección de referencia de este estudio debido al impacto que tuvieron estas en los índices de diversidad

LITERATURA CITADA

- BRIGHT D E & SKIDMORE R. E 1997** A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera) Supplement 1 (1990 1994) NRC Reserch Press Ontario Canada. 368 págs
- BRIGHT, D E & SKIDMORE, R. E 2002** A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera) Supplement 2 (1995 1999) NRC Reserch Press Ontario Canada 523 págs
- BROCKERHOFF, E G , BAIN, J , KIMBERLEY, M & KNIZEK, M 2006a** Interception frequency of exotic bark and ambrosia beetles (Coleoptera Scolytinae) and relationship with establishment in New Zealand and worldwide *Can J For Res* 36 289 298
- BROCKERHOFF, E G , JONES, D C & KIMBERLEY, M O 2006b** Nationwide survey for invasive wood boring and bark beetles (Coleoptera) using traps baited with pheromones and kairomonas *For Ecol Manage* 228 234–240
- BYERS, J A 2007** Chemical ecology of bark beteles in a complex olfactory landscape Cap 8 pag 89 134 *In* Lieutier F Day K R Battisti A Grégoire J C y Evans H F (Eds) *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe A Synthesis* Springer Holanda 569 pags
- CASTANEDA, P E 1998** Espectro de captura de doce trampas en la zona del seguridad fito zoosanitaria en la provincia de Colón Tesis Universidad de Panamá Panamá 199 pags
- CONTRALORÍA GENERAL, DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICA Y CENSO 2005** Estadística panameña, situación física Seccion 121 clima Meteorologia, años 2002 03 50 pags
- COULSON, R N y WITTER, J A , 1990** Entomologia forestal Ecologia y control Trad Jimenez J Edit Cibrián D 1ª ed Editorial Limusa México D F México 751 págs

- COUTURIER, G Y TANCHIVA E 1991** *Xylosandrus compactus* (Coleoptera Scolytidae) nueva plaga del camu camu (*Myrciaria dubia* Myrtaceae) en la Amazonia peruana *Rev Per Ent* 34 31 32
- CROWSON, R. A 1967** The natural classification of the families of Coleoptera Classey Hampton England Reimpresión de Ent Mon Mag 1950 1954 y de Lloyd London 1955 214 págs
- FARRELL, B D, SEQUEIRA A S O MEARA B C NORMARK B B CHUNG J H & JORDAL B H 2001** The evolution of agriculture in beetles (Curculionidae Scolytinae and Platypodinae) *Evolution* 55(10) 2011 2027
- FLECHTMANN, C A H, OTTATI, A L T & BERISFORD C W 2000** Comparison of four trap types for ambrosia beetles (Coleoptera, Scolytidae) in Brazilian Eucalyptus Stands *J Econ Entomol* 93(6) 1701 1707
- FLOREN, A & LINSENMAIR, E 2003** How do beetles assemblages respond to anthropogenic disturbances? Cap 18 pag 190 197 *In* Basset Y Novotny V Miller S E & Kitching R L (Eds) *Arthropods of tropical forest Spatio temporal dynamics and resource use in the canopy* Cambridge University Press Cambridge Reino Unido 474 pages
- GAYLORD M L, KOLB, T E WALLIN, K. F & WAGNER, M R. 2006** Seasonality and lure preference of bark beetles (Curculionidae Scolytinae) and Associates in a North Arizona ponderosa pine forest *Environ Entomol* 35 (1) 37 47
- GRAY, D W 2002** Field response of *Ips paraconfusus* *Dendroctonus brevicornis* and their predators to 2 methyl 3 buten 2 ol a novel alcohol emitted by ponderosa pine *J Chem Ecol* 28(8) 1583 1597
- GRÉGOIRE, J C & EVANS H F 2007** Damage and Control of BAWBILT Organisms an Overview Cap 4 pag 19 37 *In* Lieutier F Day K R Battisti A Grégoire J C y Evans H F (Eds) *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe A Synthesis* Springer Holanda 569 págs
- GUERRA, L 2004** Caracterización de la comunidad de Scolytidae colectadas con diferentes tipos de trampa ubicadas en cinco estaciones con predominio de pino en la Republica de Panamá Tesis Universidad de Panamá Panamá 106 pages
- HAACK, R. A 2006** Exotic bark and wood boring Coleoptera in the United States recent establishments and interceptions *Can J For Res* 36 269–288
- HALFFTER, G y MORENO, C E 2005** Significado biológico las diversidades alfa, beta y gamma Cap 1 págs 5 18 *En* Halffter G Soberon J Koleff P y

Melic A (eds) Sobre diversidad biologica el significado de las diversidades alfa, beta y gamma Vol 4 1ra Ed 1ra Reimp (2007) Monografias Tercer Milenio Saragoza España 242 págs

HULCR, J, DOLE S A, BEAVER, R. A & COGNATO, A Y 2007 Cladistic review of generic taxonomic characters in Xyleborina (Coleoptera Curculionidae Scolytinae) *Syst Entomol* 32 568–584

JORDAL B H BEAVER, R. A & KIRKENDALL, L R. 2001 Breaking taboos in the tropics incest promotes colonization by wood boring beetles *Global Ecol Biogeogr* 10 345 357

KIRKENDALL L & ODEGAARD, F 2007 Ongoing invasions of old growth tropical forests establishment of three incestuous beetle species in southern Central America (Curculionidae Scolytinae) *Zootaxa* 1588 53–62

KIRMSE S ADIS J & MORAWETZ W 2003 Flowering events and beetle diversity in Venezuela Cap 23 pág 256 265 *In* Basset Y Novotny V Miller S E & Kitching R L (Eds) Arthropods of tropical forest Spatio temporal dynamics and resource use in the canopy Cambridge University Press Cambridge Reino Unido 474 págs

KNIZEK, M & BEAVER, R. 2007 Taxonomy and Systematic of Bark and Ambrosia Beetles Cap 6 pág 41 54 *In* Lieutier F Day K R Battisti A Grégoire J C y Evans H F (Eds) Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe A Synthesis Springer Holanda 569 págs

KUSCHEL G 1995 A phylogenetic classification of Curculionoidea to families and subfamilies *Mem Entomol Soc Wash* 14 5 33

KUEHL R.O 2001 Diseno Experimental Principios estadisticos para el diseño y análisis de investigaciones 2^{da} ed Trad por Gonzales M International Thomson Mexico D F Mexico 666 págs

LINDGREN, B S 1983 A multiple funnel trap for Scolytid beetles (Coleoptera) *Can Entomol* 115 299 302

MARTINEZ, A E & ATKINSON, T H 1986 Annotated checklist of bark and ambrosia beetles (Coleoptera Scolytidae and Platypodidae) associated with a tropical deciduous forest at Chamela, Jalisco Mexico *Fla Entomol* 69(4) 619 635

MILLER, D L & LINDGREN, B S 2000 Comparison of a pinene and myrcene on attraction of mountain pine beetle *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera

- Scolytidae) to pheromones in stands of western white pine *J Entomol Soc B C* 97 41-46
- MAGURRAN, A E 1988** Ecological Diversity and its measurement Princeton University Press Princeton EEUU 179 págs
- MODY, K. BARDORZ H A & LINSENMAIR, K. E 2003** Organization of arthropod assemblages in individual African savanna trees Cap 19 pág 198 212 *In* Basset Y Novotny V Miller S E & Kitching R L (Eds) Arthropods of tropical forest Spatio temporal dynamics and resource use in the canopy Cambridge University Press Cambridge Reino Unido 474 págs
- MORENO, C E 2001** Métodos para medir la biodiversidad M&T Manuales y Tesis SEA Vol 1 España 84 págs
- POLAND, T M, GROOT, P DE, HAACK, R. A & CZOKAJLO, D 2004** Evaluation of semiochemicals potentially synergistic to α pinene for trapping the larger European pine shoot beetle *Tomicus piniperda* (Col Scolytidae) *J Appl Entomol* 128 639 644
- RABAGLIA R. J DOLE, S A & COGNATO, A I 2006** Review of American Xyleborina (Coleoptera Curculionidae Scolytinae) occurring North of Mexico with an illustrated key *Ann Entomol Soc Am* 99(6) 1034 1056
- ROELOFS, W L 1981** Attractive and aggregating pheromones Cap 11 pag 215 236 *In* Nordlund D A Jones R L y Lewis W J (Eds) Semiochemicals Their role in pest control John Wiley & Sons EUA 306 págs
- SEYBOLD, S J, HUBER, D P W LEE J C GRAVES, A D & BOHLMANN, J 2006** Pine monoterpenes and pine bark beetles a marriage of convenience for defense and chemical communication *Phytochem Rev* 5 143 178
- SIMON U GOSSNER, M & LINSENMAIR, K. E 2003** Distribution of ants and bark beetles in crowns of tropical oaks Capítulo 6 pág 59 68 *In* Basset Y Novotny V Miller S E & Kitching R L (Eds) Arthropods of tropical forest Spatio temporal dynamics and resource use in the canopy Cambridge University Press Cambridge Reino Unido 474 págs
- TAPIA, G y BUITRAGO, G 2001** Zona de Vigilancia Fitozoosanitaria Balboa Panama 11 anexos 10 págs
- THOMPSON, R. T 1992** Observations on the morphology and classification of weevils (Coleoptera, Curculionoidea) with a key to major groups *J Nat Hist* 26 835 891

- WOOD, D L 1982** The role of pheromones kairomones and allomones in the host selection and colonization behavior of bark beetles *Annu Rev Entomol* 27 411 446
- WOOD S L 1973** On the taxonomic status of Platypodidae y Scolytinae (Coleoptera) *Great Basin Nat* 33(2) 77 90
- WOOD, S L 1982** The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera Scolytidae) a taxonomic monograph *Great Basin Nat Mem* 6 1 1359
- WOOD, S L 1986** A reclassification of the genera of Scolytidae (Coleoptera) *Great Basin Nat Mem* 10 1 126
- WOOD, S L 2007** The bark and ambrosia beetles of South America (Coleoptera, Scolytidae) Brigham Young University EUA 900 pags
- WOOD, S L & BRIGHT, D E 1992a** A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera) part 2 Taxonomic Index Volume A *Great Basin Nat Mem* 13 1 834
- WOOD, S L & BRIGHT, D E 1992b** A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera) part 2 Taxonomic Index Volume B *Great Basin Nat Mem* 13 835 1553
- WOOD S L, STEVENS G C y LEZAMA, H J 1991a** Los Scolytidae de Costa Rica clave de géneros y de la subfamilia Hylesinae (Coleoptera) *Rev Biol Trop* 39(1) 125 148
- WOOD S L STEVENS G C y LEZAMA H J 1991b** Scolytidae (Coleoptera) de Costa Rica II Clave para la subfamilia Scolytinae tribus Scolytini Ctenophorini Micracini Ipini Dryocoetini Xyleborini y Cryphalini *Rev Biol Trop* 39(2) 279 306
- WOOD, S L, STEVENS G C y LEZAMA, H J 1992** Los Scolytidae (Coleoptera) de Costa Rica clave de la subfamilia Scolytinae tribu Corthylini *Rev Biol Trop* 40(3) 247 286

ANEXOS

ANEXO I Lista de especies de Scolytinae ordenadas por tribus de mayor a menor numero de morfoespecies indicando la cantidad de especímenes capturados para cada tribu (porcentaje entre paréntesis) y cada una de las especies

Subtribu	Especímenes capturados (%)	Especies	Especímenes capturados
Xyleborina	2492 (38.5 %)	<i>Ambrosiodmus devexulus</i>	8
		<i>Ambrosiodmus lecontei</i>	22
		<i>Ambrosiodmus obliquus</i>	2
		<i>Coptoborus pseudotenus</i>	12
		<i>Coptoborus tolimanus</i>	2
		<i>Dryocoetoides capucinus</i>	1
		<i>Dryocoetoides</i> sp 1	1
		<i>Euwallacea fornicatus</i>	3
		<i>Premnobius cavipennis</i>	4
		<i>Theoborus</i> sp 1	1
		<i>Theoborus</i> sp 2	4
		<i>Theoborus</i> sp 3	15
		<i>Xyleborinus alni</i>	4
		<i>Xyleborinus gracilis</i>	107
		<i>Xyleborinus reconditus</i>	8
		<i>Xyleborinus saxesenii</i>	525
		<i>Xyleborinus</i> sp 1	2
		<i>Xyleborus ferox</i>	13
		<i>Xyleborus ferrugineus</i>	491
		<i>Xyleborus horridus</i>	4
		<i>Xyleborus</i> sp 1	1 109
		<i>Xyleborus</i> sp 2	28
		<i>Xyleborus</i> sp 3	3
		<i>Xyleborus spinulosus</i>	104

		<i>Xylosandrus compactus</i>	4
		<i>Xylosandrus crassiusculus</i>	11
		<i>Xylosandrus morigerus</i>	4
Corthylina	75 (1 16 %)	Corthylini sp 1	4
		Corthylini sp 10	6
		Corthylini sp 11	4
		Corthylini sp 12	3
		Corthylini sp 13	2
		Corthylini sp 14	2
		Corthylini sp 15	2
		Corthylini sp 16	1
		Corthylini sp 17	1
		Corthylini sp 18	1
		Corthylini sp 2	6
		Corthylini sp 3	5
		Corthylini sp 4	9
		Corthylini sp 5	6
		Corthylini sp 6	3
		Corthylini sp 7	10
		Corthylini sp 8	4
		Corthylini sp 9	6
Cryphalina	3598 (55 69 %)	Cryphalini sp 1	3
		Cryphalini sp 2	7
		Cryphalini sp 3	2
		Cryphalini sp 4	1
		<i>Cryptocarenum diadematus</i>	6
		<i>Cryptocarenum havae</i>	70
		<i>Cryptocarenum seriatus</i>	99
		<i>Hypocryphalus</i>	
		<i>mangiferae</i>	143
		<i>Hypothenemus spp</i>	3 267
Dryocoetina	177 (2 73 %)	<i>Coccotrypes advena</i>	4
		<i>Coccotrypes carpophagus</i>	70
		<i>Coccotrypes cyperi</i>	10
		<i>Coccotrypes dactyliperda</i>	1
		<i>Dendrocranulus sp 1</i>	18
		<i>Dendrocranulus sp 2</i>	8
		<i>Dendrocranulus sp 3</i>	26
		<i>Dendrocranulus sp 4</i>	26
		<i>Dendrocranulus sp 5</i>	5

		<i>Dendrocranulus</i> sp 6	3
		<i>Dendrocranulus</i> sp 7	1
		<i>Dendrocranulus</i> sp 8	5
Ipina	57 (0 88 %)	<i>Acanthotomicus fortis</i>	1
		<i>Acanthotomicus mimicus</i>	4
		<i>Ips calligraphus</i>	52
Bothrosternina	22 (0 34 %)	<i>Cnesinus squamosus</i>	21
		<i>Sternobothrus</i> sp 1	1
Ctenophorina	35 (0 54 %)	<i>Pycnarthrum</i> sp 1	32
		<i>Pycnarthrum</i> sp 2	3
Micracina	1 (0 01 %)	<i>Micracini</i> sp 1	1
Phloeotribina	1 (0 01 %)	<i>Phloeotribus furvus</i>	1
Scolytina	1 (0 01 %)	<i>Scolytopsis puncticollis</i>	1
Hypoborina	1 (0 01 %)	<i>Chaetophloeus</i> sp 1	1
Total de especimenes colectados de Scolytinae			6 460

ANEXO II Lista de especies con su frecuencia de captura por cada una de las áreas de muestreo totales de captura de scolytinae por cada una de las áreas de muestreo y porcentaje de captura de *Hypothenemus* spp *Xyleborinus* *saxeseni* *Xyleborus ferrugineus* y *Xyleborus* sp 1

Especie	EPC*	EPP	ERC	ERP	IPC	IPP	IRC	IRP	PPC	PPP	PRC	PRP
<i>Acanthotomicus fortis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Acanthotomicus mimicus</i>	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
<i>Ambrosiodmus devexus</i>	0	5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1
<i>Ambrosiodmus lecontei</i>	0	11	1	0	0	2	0	0	0	6	0	2
<i>Ambrosiodmus obliquus</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetophloeus</i> sp 1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cnesinus squamosus</i>	0	9	0	1	0	1	0	0	0	10	0	0
<i>Coccotrypes advena</i>	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1
<i>Coccotrypes carpophagus</i>	1	0	2	6	1	2	0	19	0	15	0	24
<i>Coccotrypes cyperi</i>	0	1	2	1	0	1	0	2	0	1	0	2
<i>Coccotrypes dactyliperda</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coptoborus pseudotenius</i>	0	4	0	0	0	5	0	0	0	3	0	0
<i>Coptoborus tolimanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Corthylini</i> sp 1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Corthylini</i> sp 10	0	1	1	2	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Corthylini</i> sp 11	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0
<i>Corthylini</i> sp 12	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Corthylini</i> sp 13	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Corthylini</i> sp 14	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Corthylini</i> sp 15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Corthylini</i> sp 16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Corthylini</i> sp 17	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

* Se utiliza misma nomenclatura explicada en MATERIALES Y METODOS excluyendo la repetición y en el orden siguiente semioquímico E etanol I feromona para *Ips typographus* y P α pineno localidad P puerto y R recinto y ciudad P Panama y C Colon

<i>Hypocryphalus mangiferae</i>	2	3	89	3	0	1	0	7	5	0	24	9
<i>Hypothenemus spp</i>	99	819	353	373	88	255	77	208	135	517	176	167
<i>Ips calligraphus</i>	0	0	1	0	0	48	0	3	0	0	0	0
<i>Micracini sp 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Phloeotribus furvus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Premnobius cavipennis</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
<i>Pycnarthrum sp 1</i>	0	28	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0
<i>Pycnarthrum sp 2</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Scolytopsis puncticollis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sternobothrus sp 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Theoborus sp 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Theoborus sp 2</i>	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Theoborus sp 3</i>	0	5	0	2	0	0	0	0	1	6	0	1
<i>Xyleborinus alni</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Xyleborinus gracilis</i>	3	45	4	10	1	3	2	9	0	8	17	5
<i>Xyleborinus reconditus</i>	0	4	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
<i>Xyleborinus saxeseni</i>	41	216	77	37	8	36	4	15	3	59	15	14
<i>Xyleborinus sp 1</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xyleborus ferox</i>	0	6	0	3	0	0	0	2	0	1	0	1
<i>Xyleborus ferrugineus</i>	9	323	11	12	3	13	3	19	4	79	7	8
<i>Xyleborus horridus</i>	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Xyleborus sp 1</i>	86	300	152	37	80	80	61	67	42	118	41	45
<i>Xyleborus sp 2</i>	0	17	0	0	0	2	0	1	0	8	0	0
<i>Xyleborus sp 3</i>	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Xyleborus spinulosus</i>	3	44	6	2	0	8	0	7	1	28	1	4
<i>Xylosandrus compactus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
<i>Xylosandrus crassiusculus</i>	1	0	0	1	0	0	0	3	1	0	0	5
<i>Xylosandrus morigerus</i>	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0

Percentage	256	1925	708	539	195	503	172	428	203	918	294	319
Total de Scolytinae	38 67	42 55	49 86	69 20	45 13	50 70	44 77	48 60	66 50	56 32	59 86	52 35
<i>Hypothenemus</i> spp	16 02	11 22	10 88	6 86	4 10	7 16	2 33	3 50	1 48	6 43	5 10	4 39
<i>Xyleborinus saxesenii</i>	3 52	16 78	1 55	2 23	1 54	2 58	1 74	4 44	1 97	8 61	2 38	2 51
<i>Xyleborus ferrugineus</i>	33 59	15 58	21 47	6 86	41 03	15 90	35 47	15 65	20 69	12 85	13 95	14 11
<i>Xyleborus</i> sp 1												